© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Jäger, Gejagte, Parasiten und Blinde Passagiere – Momentaufnahmen aus dem Bernsteinwald

Wolfgang WEITSCHAT

Abstract: Remarkable snap-shots of insects and spiders from the Baltic amber forest are shown, caught in the act of feeding, moulting, mating, oviposition, hatching, brood care, and predation by the sticky flows of resin. Unique proofs of symbiotic life in amber, such as phoresy, parasitic or mimetic behaviour, and mutualism are revealed.

Key words: Baltic amber, inclusions, animal interactions

Santrauka: Fosilijos, sudarančios galimybę pažvelgti į išnykusių gyvūnų gyvenimo istoriją ir elgsenos elementus, gali būti priskiriamos ypatingiems paleontologiniams radiniams. Organizmas turi patekti į unikalias susidarymo ir fosilizavimosi sąlygas, kad iškasenose kaip fotografijose atsispindėtų gyvenimo epizodai. Užsikonservavimas fosiliniuose medžių sakuose – gintare – tam tinka idealiai. Įvairiausius gyvenimo momentus užfiksavusios fosilijos – inkliuzai, nors ir sutinkamos ypač retai, bet pateikia daug nuostabių pavyzdžių. Baltijos gintare randama ne tik išlikusių įvairiausių vabzdžių ir voragyvių vystymosi stadijų, bet tarp jų pasitaiko ir įspūdingų liudijimų apie tai, kaip vabzdžius tais laikais užpuldavo ir nužudydavo mikroskopiniai parazitiniai grybai, čia randami įvairūs nariuotakojai jų poravimosi, kiaušinių dėjimo, ritimosi iš kiaušinio ar lėliukės bei nėrimosi metu. Gintaruose pasitaiko jauniklių priežiūros, medžioklės ir maitinimosi atvejų, bendruomeninės ir kitos elgsenos motyvų. Gintaruose randami simbiozės, forezės, parazitizmo, mimikrijos ir mutualizmo pavyzdžiai, egzistavę eoceniniuose gintarmedžių miškuose. Tokie išlikę faktai paleontologijoje pasitaiko labai retai, o daugeliu atvejų žinomi tik pavieniai pavyzdžiai, dėl to jie kelia dar didesnį žavėjimąsį gintaro inkliuzais.

Raktiniai žodžiai: Baltijos gintaras, inkliuzai, gyvūnų sąveika.

Einleitung

Fossilien, die Aussagen über ihre Lebensgeschichte oder Verhaltensweisen ermöglichen, zählen zu den Besonderheiten in der Paläontologie. „Fossil eingefrorene“ Momente des Lebens erfordern ganz besondere Erhaltung- und Einbettungsbedingungen. Die Konservierung in Baumharzen ist dafür in idealer Weise geeignet und hat uns mittels – wenn auch extrem seltener – Inklusen eine Reihe hervorragender Beispiele geliefert. Im Baltischen Bernstein sind neben den verschiedenen Entwicklungsstadien von Insekten und Spinnentieren eindrucksvolle Zeugnisse von Verpilzung, Häutung, Schlüpfung, Eiablage, Paarung, Brutpflege, Nahrungsaufnahme, Jagdverhalten, sozialen und anderen Verhaltensweisen fossil überliefert. Derartige Momentaufnahmen sind in der Paläontologie einmalig und machen die besondere Faszination von Bernsteininklusen aus.

01. Vergebliche Befreiungsversuche (Figs 1-2)

Da tierische Organismen in der Regel lebend in die klebende Harzfalle gerieten, kennen wir eine Anzahl von Beispielen, die den Versuch dokumentieren, sich aus dem Harz zu befreien. Relativ häufig sind sog. Bewegungsschlieren, konzentrische Linien um den eingeschlossenen Organismus herum, die auf einen Kampf ums Überleben hindeuten.

Einige Mücken und Spinnentiere können einzelne Beine abwerfen und so ihre Flucht aus dem Harz ermöglichen. Bernsteine mit Inklusen isolierter Beine von Stelzmücken (Nematocera, Limoniidae) oder Weberknechten (Arachnida, Opiliones) sind nicht einmal selten.

Größere Tiere konnten sich in der Regel aus dem Harz befreien oder hinterließen nur ihre Spuren in Form von Flügeln oder einzelnen Extremitäten.

02. Schimmelpilz-Befall (Fig. 3)

Einige, zumeist größere Bernsteineinschlüsse wie Köcherfliegen (Trichoptera), Zikaden (Auchenorrhyncha) oder Termiten (Isoptera) weisen Befall von Schimmelpilzfäden auf. Die Verpilzung deutet darauf hin, dass die Tiere für längere Zeit nur mit den Füßen und Flügeln im Harz steckten, ihre Körper jedoch

Denisia **26**, zugleich Kataloge der oberösterreichischen Landesmuseen Neue Serie **86** (2009): 243–256

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

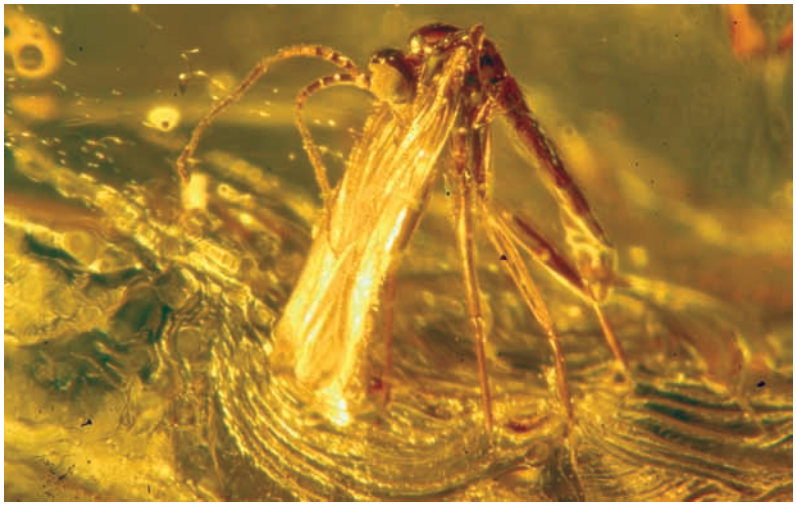

Fig. 1: Vergeblicher Befreiungsversuch: Trauermücke (Nematocera, Sciaridae). Unsuccessful effort to escape: Dark winged fungus gnat (Nematocera, Sciaridae).

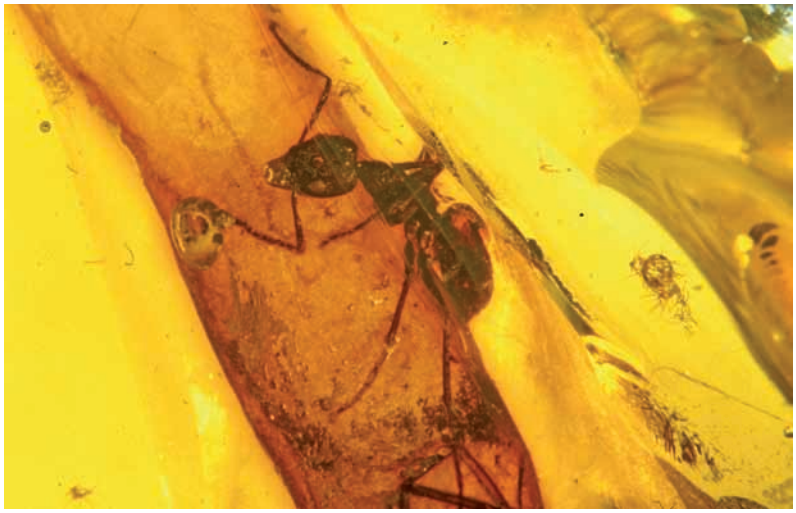

Fig. 2: Vergeblicher Befreiungsversuch: Ameise, Arbeiterin (Hymenoptera, Formicidae) an Bernstein-Stalaktit, von neuem Harzfluss überrascht. Unsuccessful effort to escape: Ant worker (Hymenoptera, Formicidae) on amber stalactite, covered by new resin flow.

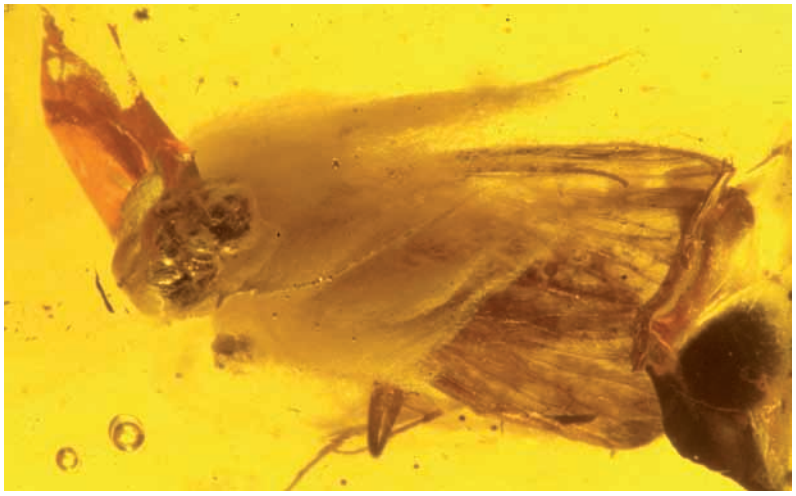

Fig. 3: Schimmelpilz-Befall: Schimmelpilz an Kopf und Pronotum einer Köcherfliege (Trichoptera). Mould: Mould on the head and pronotum of a caddisfly (Trichoptera).

feuchter Luft ausgesetzt waren und dadurch von Pilzhyphen überzogen werden konnten. Vermutlich fand der nächste Harzfluss, der die Tiere vollständig einbettete, erst nach einigen Tagen statt.

03. Häutung und Schlüpfung (Figs 4-7)

Alle Spinnentiere (Arachnidae) und ein Großteil der Insekten (Insecta) müssen sich beim Wachstum häuten. Im Bernstein sind leere Häutungsreste relativ häufig erhalten. Man nimmt an, dass die leichten Hüllen durch den Wind an die Harzflächen geweht wurden. Insbesondere bei den Spinnen kennen wir eine beträchtliche Anzahl von Inklusen, bei denen der Häutungsvorgang belegt ist.

Im Bernstein sehr viel seltener dokumentiert ist der Schlüpfvorgang bei Insekten mit vollkommener Entwicklung. Wir kennen nur einige wenige Exemplare bei Mücken (Nematocera, Anisopodidae, Cecidomyiidae), Hautflüglern (Hymenoptera, Apocrita), Eintagsfliegen (Ephemeroptera) und Köcherfliegen (Trichoptera), bei denen der Schlüpfvorgang der erwachsenen Tiere (Imagines) aus dem Puppenstadium eindeutig belegt ist.

04. Geschichten aus dem Leben der Spinnentiere (Figs 8-19)

Die Spinnen (Arachnida, Araneae) des Baltischen Bernsteins haben eine Anzahl von Beispielen aus ihrer Lebensgeschichte und ihren Verhaltensweisen in den Einschlüssen überliefert. Häutung, Brut und Brutfürsorge, Mimikry und insbesondere die typischen Jagdmethoden sind fossil belegt. So sind eine Anzahl von Spinnenkokons überliefert, die z.T. mit Eiern oder gerade geschlüpfter Brut gefüllt sind. Ein bis heute einmaliger Fund zeigt den Transport eines derartigen Kokons durch eine weibliche Zitterspinne (Araneae, Pholcidae).

Zu den wunderbarsten Inklusen des Baltischen Bernsteins gehören Spinnennetze, die nicht selten dreidimensional erhalten sind und damit von der extremen Dünnflüssigkeit des Harzmaterials zeugen. Einige wenige Exemplare zeigen Spinnen bei der Herstellung der Spinnfäden (Araneae, Hersiliidae, Gnaphosidae u.a.). Auch die typischen Jagdmethoden der Spinnen mittels Wurfnetz oder die kunstvoll gebauten Netze der Radnetzspinnen, teils mit darin enthaltenen Beuteresten, sind durch Inklusenfunde im Baltischen Bernstein fossil belegt. Dabei fällt auf, dass der überwiegende Anteil der Beutetiere der Spinnen des Bernsteinwaldes offensichtlich Ameisen waren. Man findet sie nicht nur eingesponnen und ausgesaugt in den Netzen, sondern auch in Jagdszenen, wobei die Spinne ihr Opfer umklammert hält. Da jedoch bei verschiedene Ameisenarten auch Spinnen „auf der Speisekarte stehen“, ist bei derartigen Jagdszenen nicht immer eindeutig zu klären, wer Jäger und wer Opfer war.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 4: Häutung: Springspinne (Salticidae, *Eolinus* sp.) während der Häutung. Oben: der Häutungsrest (Exuvie). Moulting: Jumping spider (Salticidae, *Eolinus* sp.), moulting. Top left: the exuvia.

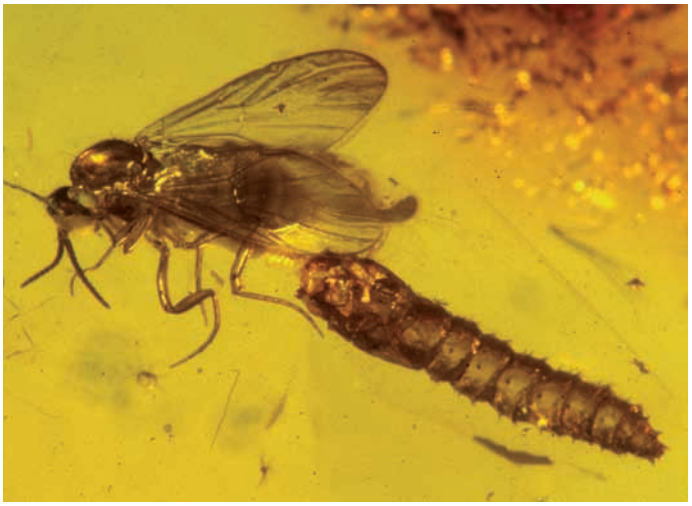

Fig. 5: Schlüpfung: Pfriemenmücke (Nematocera, Anisopodidae) mit Puppenhülle. Hatching: Wood gnat (Nematocera, Anisopodidae) emerged from the pupa.

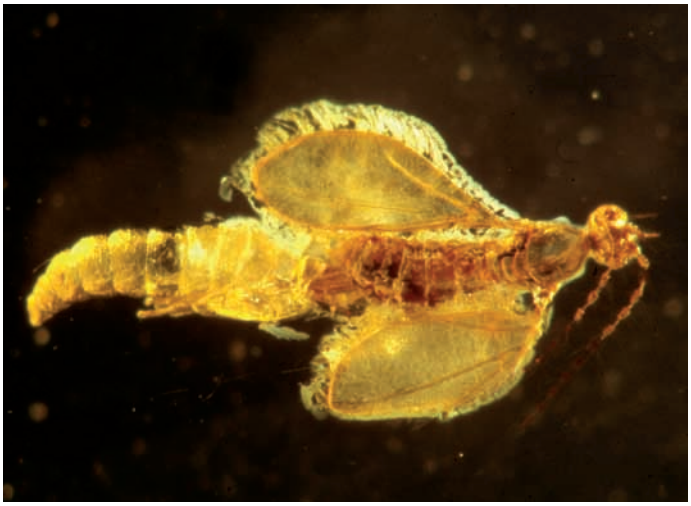

Fig. 6: Schlüpfung: Gallmücke (Nematocera, Cecidomyiidae), aus ihrer Puppenhülle schlüpfend. Hatching: Gall gnat (Nematocera, Cecidomyiidae), emerging from the pupa.

Fig. 7: Schlüpfung: Taillenwespe (Hymenoptera, Apocrita) beim Schlüpfvorgang. Hatching: Parasitic wasp (Hymenoptera, Apocrita), emerging from the pupa.

05. Tod beim Hochzeitsflug – Eiablage (Figs 20-29)

Zu den gefragtesten Besonderheiten des Baltischen Bernsteins gehören Einschlüsse von Insekten und Spinnentieren, deren Hochzeitsflug im Harz sein Ende fand. Viele Fliegen (Diptera, Brachycera) und Mücken (Diptera, Nematocera) finden sich in riesigen Schwärmen zu Hochzeitsflügen ein; dabei können kopulierende Pärchen schnell einmal vom Wind in frisches Harz geweht werden. Sehr viel seltener sind kopulierende Köcherfliegen (Trichoptera) oder Käferpärchen (Coleoptera). Bisher einmalig im Baltischen Bernstein ist die Erhaltung eines Termitenschwarmes (Isoptera, Rhinotermitidae), in dem mehrere geflügelten Weibchen und Männchen nach der Begattung in der Luft ins Harz gelangten. Derartige Funde bieten einzigartige Möglichkeiten der Beobachtung von Fortpflanzungsverhalten aus längst vergangener Zeit.

Auch die Eiablage u.a. bei verschiedenen Fliegen (Diptera, Brachycera) und Mücken (Diptera, Nematocera), Käfern (Coleoptera) und Köcherfliegen (Trichoptera) ist durch eine recht große Anzahl von Beispielen fossil dokumentiert. Gedeutet wird dies als reflexartige Reaktion der Organismen nach dem Tod in der Harzfalle.

06. Jahrmillionen alte Symbiosen

In einigen besonders seltenen Einschlüssen sind Verhaltensweisen dokumentiert, deren fossiler Nachweis ausschließlich auf Beispiele im Bernstein be-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

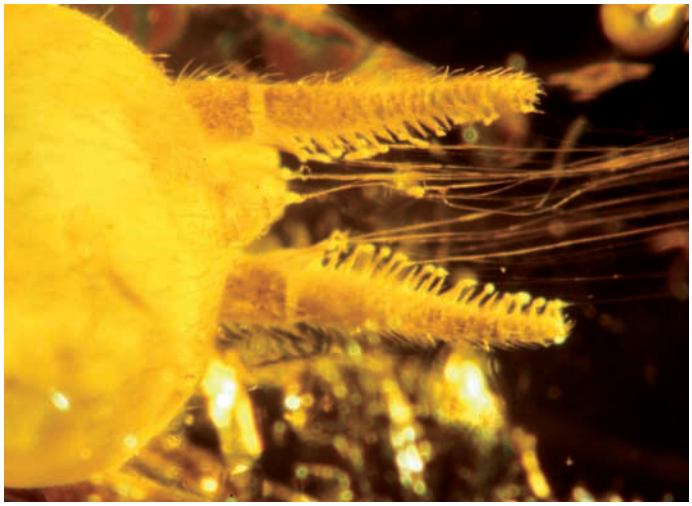

Fig. 8: Spinnfädenproduktion: Kreiselspinne (Araneae, Hersiliidae). Thread production: Hersiliid spider (Araneae, Hersiliidae).

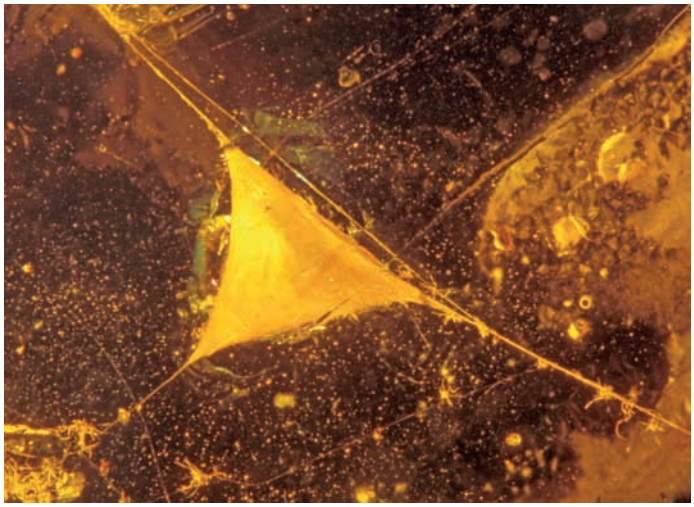

Fig. 9: Brut und Brutpflege: Kokon einer Kugelspinne (Araneae, Theridiidae). Brood and brood care: A cobweb spider's cocoon (Aranea, Theridiidae).

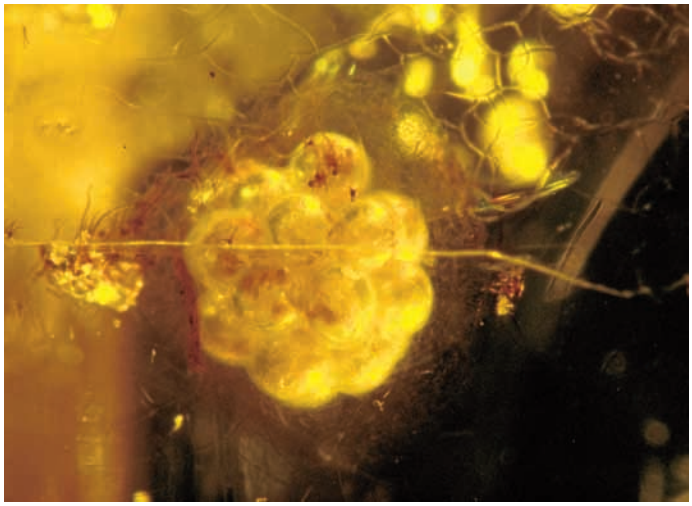

Fig. 10: Brut und Brutpflege: Kokon mit Eiern einer Spinnenfresserspinne (Araneae, Mimetidae). Brood and brood care: A pirate spider's egg sac (Araneae, Mimetidae).

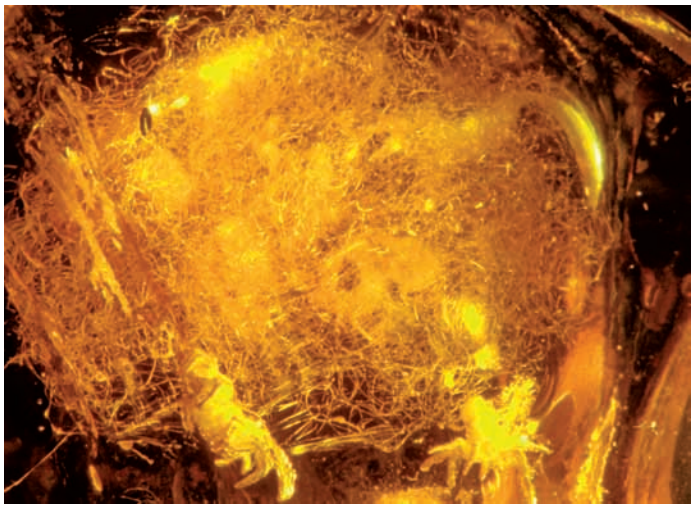

Fig. 11: Brut und Brutpflege: Kokon mit Jungspinnen (Arachnida, Araneae). Brood and brood care: Cocoon with spiderlings (Arachnida, Araneae).

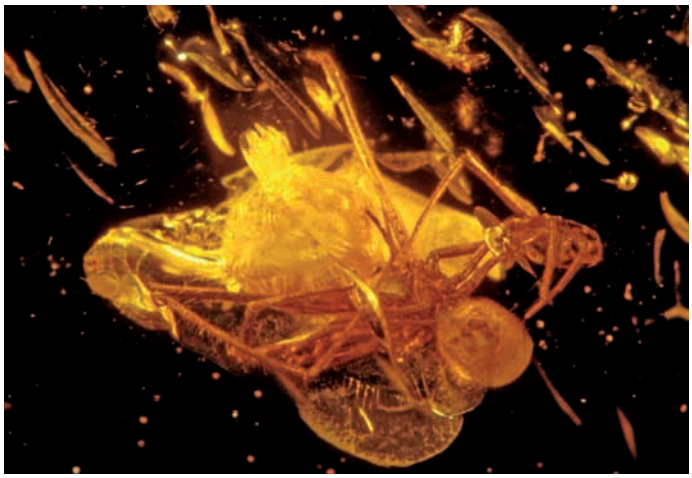

Fig. 12: Brutpflege: Zitterspinne (Araneae, Pholcidae) beim Transport eines Kokons mit Jungspinnen und Eiern. Brood care: Daddylongleg spider (Araneae, Pholcidae), carrying a cocoon with spiderlings and eggs.

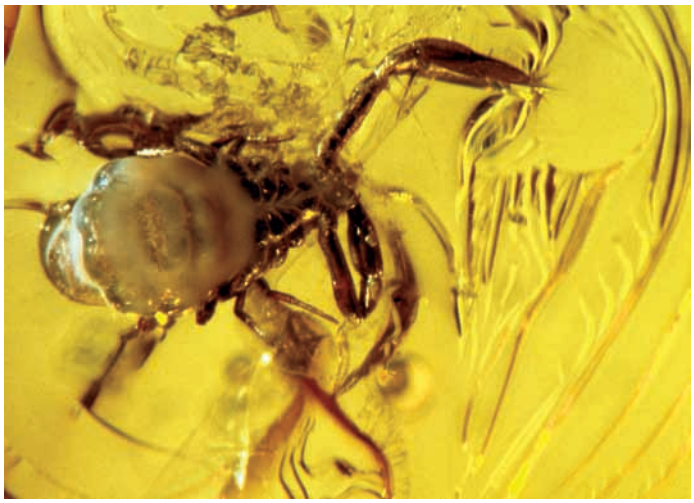

Fig. 13: Brutpflege: Moosskorpion (Pseudoscorpiones, Chthoniidae) mit ventralem Brutbeutel. Brood care: Pseudoscorpion (Pseudoscorpiones, Chthoniidae) with ventral egg sac.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

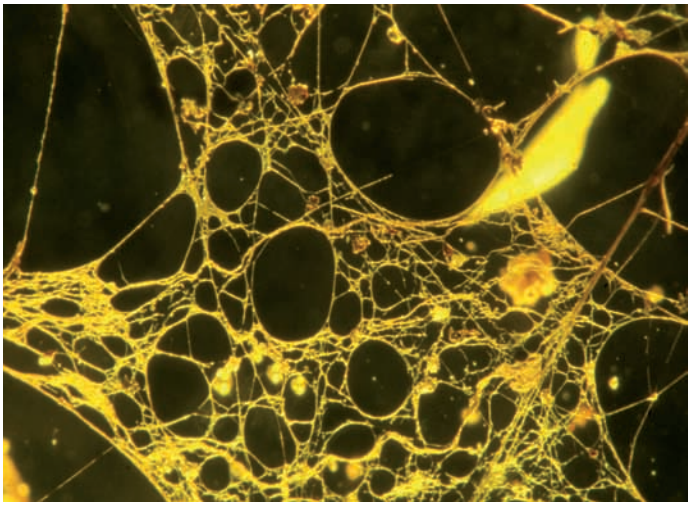

Fig. 14: Jagdmethoden: Teil des Netzes einer ?Trichterspinne (Araneae, Agelenidae). Hunting methods: Part of a ?funnel spider's web (Araneae, Agelenidae).

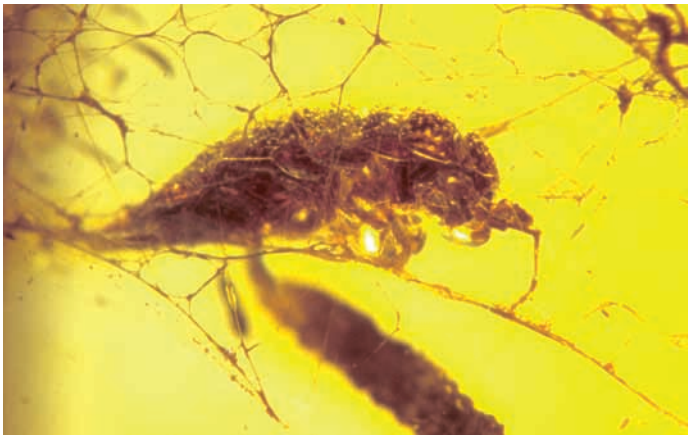

Fig. 15: Jagdmethoden: Assel (Crustacea, Isopoda) im Spinnennetz gefangen. Hunting methods: Woodlouse (Crustacea, Isopoda) caught in a spider's web.

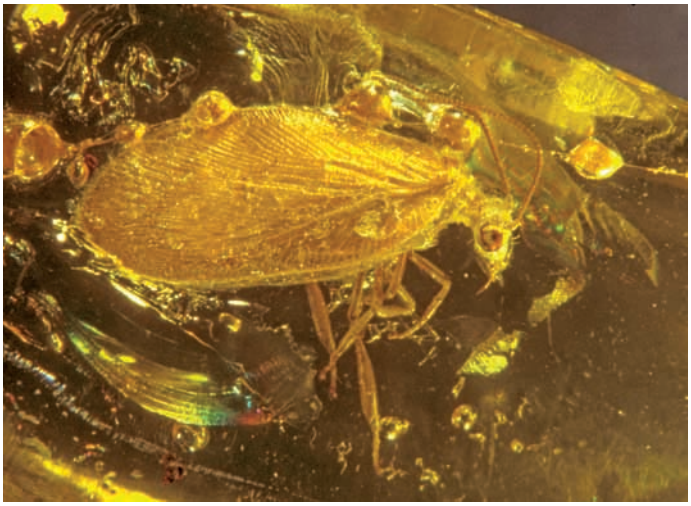

Fig. 16: Jagdmethoden: Netzflügler (Neuroptera, Hemerobiidae) im Spinnennetz gefangen, mit Klebetröpfchen. Hunting methods: Brown lacewing (Neuroptera, Hemerobiidae) caught in a spider's web, with sticky droplets.

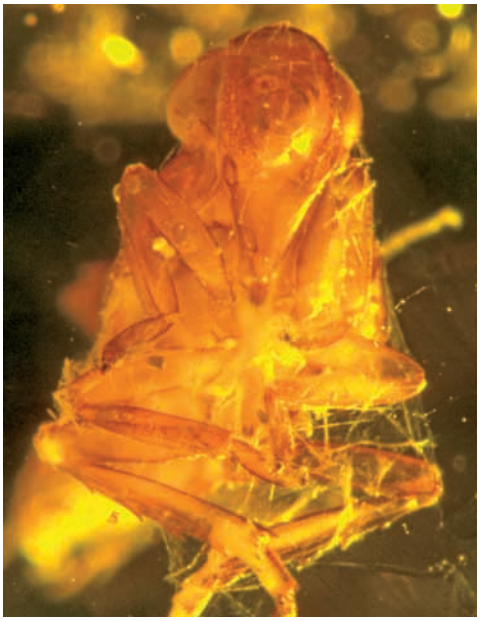

Fig. 17: Jagdmethoden: Zikadenlarve (Auchenorrhyncha, Cicadellida), eingesponnen. Hunting methods: Cicada nymph (Auchenorrhyncha, Cicadellida), wrapped in spider threads.

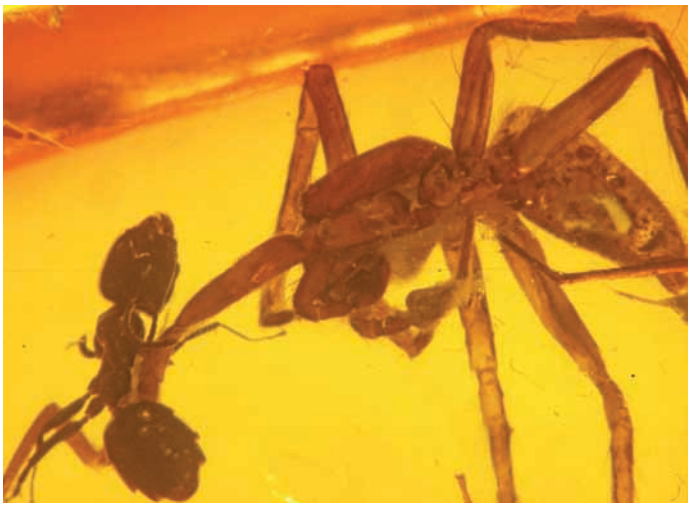

Fig. 18: Jäger und Beute: Spinne (Arachnida, Araneae) mit gefangener Ameise (Hymenoptera, Formicidae). Predator and prey: Spider (Arachnida, Araneae) with captured ant (Hymenoptera, Formicidae).

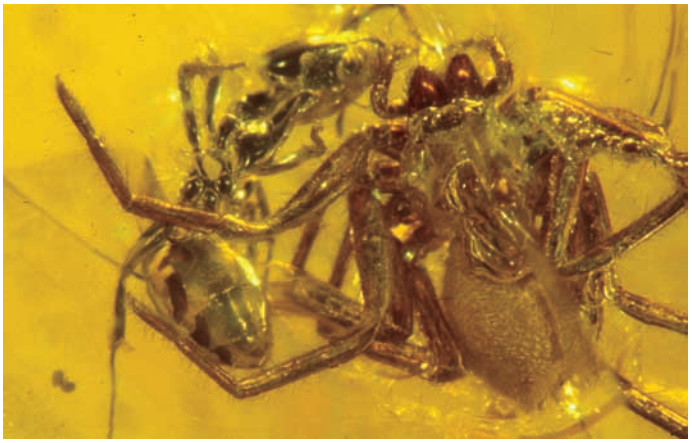

Fig. 19: Jäger und Beute: Spinne (Arachnida, Araneae) und Ameise, Arbeiter (Hymenoptera, Formicidae) im Kampf. Wer ist Jäger, wer Beute? Predator and prey: Spider (Aarachnida, Araneae) and ant, worker (Hymenoptera, Formicidae) fighting. Which is predator, which is prey?

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 20: Tod beim Hochzeitsflug: Pilzmücken (Nematocera, Mycetophilidae) im Hochzeitsflug. Caught in the act: Mating pair of fungus gnats (Nematocera, Mycetophilidae).

Fig. 21: Tod beim Hochzeitsflug: Weichkäfer (Coleoptera, Cantharidae), in copula. Caught in the act: A pair of mating soldier beetles (Coleoptera, Cantharidae).

Fig. 22: Tod beim Hochzeitsflug: Langbeinfliegen (Brachycera, Dolichopodidae), in copula. Caught in the act: A pair of mating long-legged flies (Brachycera, Dolichopodidae).

Fig. 23: Tod beim Hochzeitsflug: Gnitzenmücken (Nematocera, Ceratopogonidae), in copula. Caught in the act: A pair of mating biting midges (Nematocera, Ceratopogonidae).

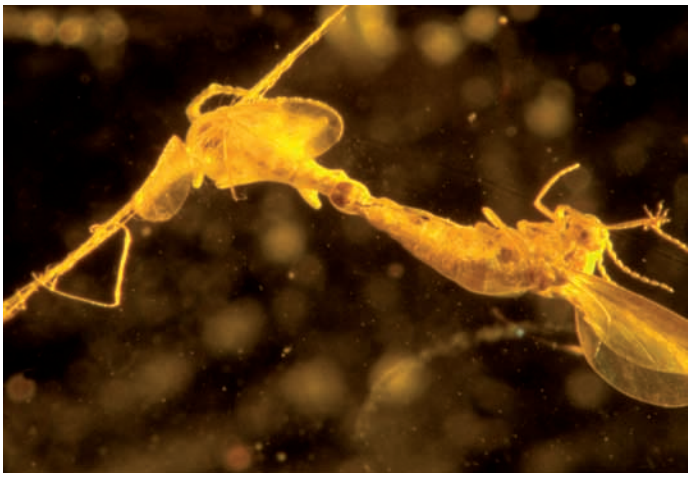

Fig. 24: Tod beim Hochzeitsflug: Trauermücken (Nematocera, Sciaridae), in copula an Spinnfaden. Caught in the act: A pair of mating dark-winged fungus gnats (Nematocera, Sciaridae), glued to a spider thread.

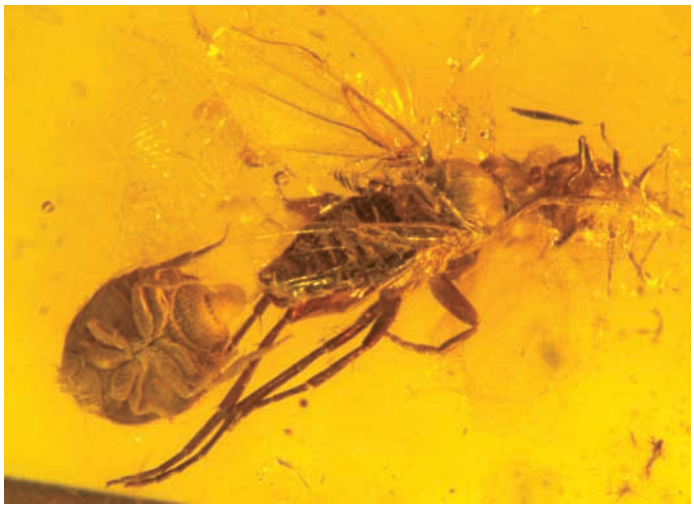

Fig. 25: Tod beim Hochzeitsflug: Buckelfliegen (Brachycera, Phoridae), ?post copula mit ungeflügeltem Weibchen. Caught in the act: A pair of mating humpbacked flies (Brachycera, Phoridae). Note the wingless female.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 26: Tod beim Hochzeitsflug: Termitenschwarm (Isoptera, Rhinotermitidae). Caught in the act: A swarm of winged termites (Isoptera, Rhinotermitidae).

Fig. 27: Eiablage: Gallmücke (Nematocera, Cecidomyiidae) mit Eistrang. Oviposition: Gall midge (Nematocera, Cecidomyiidae) with eggs.

Fig. 28: Eiablage: Käfer (Coleoptera) mit Eiern. Oviposition: Beetle (Coleoptera) with eggs.

Fig. 29: Eiablage: Trauermücke (Nematocera, Sciaridae) mit Eistrang. Oviposition: Dark-winged fungus gnat (Nematocera, Sciaridae) with eggs.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 30: Kommensalismus – Phoresie: Moosskorpion (*Oligochernes bachhofeni*) an Brackwespe (Hymenoptera, Braconidae). Commensalism – Phoresy: Pseudoscorpion (*Oligochernes bachhofeni*) attached to a braconid wasp (Hymenoptera, Braconidae).

Fig. 31: Kommensalismus – Phoresie: Moosskorpion (Arachnidae, Pseudoscorpiones) an Schnepfenfliege (Brachycera, Rhagionidae). Commensalism – Phoresy: Pseudoscorpion (Arachnida, Pseudoscorpiones) attached to a snipe fly (Brachycera, Rhagionidae).

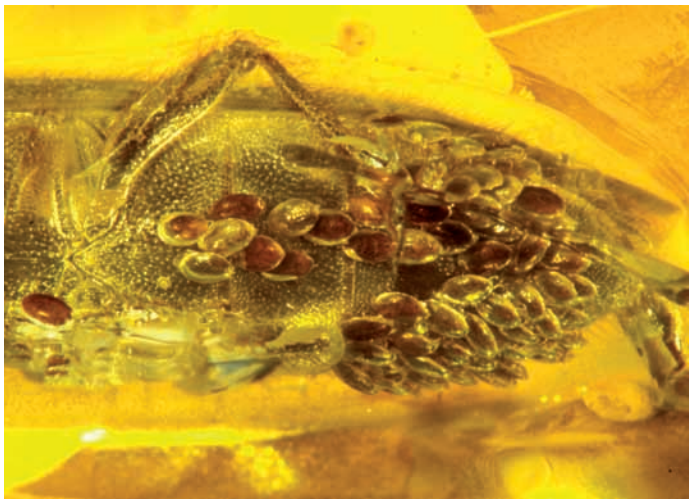

Fig. 32: Kommensalismus – Phoresie: Schildkrötenmilben (Acari, Uropodidae) ventral an Buntkäfer (Coleoptera, Cleridae). Commensalism – Phoresy: Tortoise mites (Acari, Uropodidae) attached to a checkered beetle (Coleoptera, Cleridae).

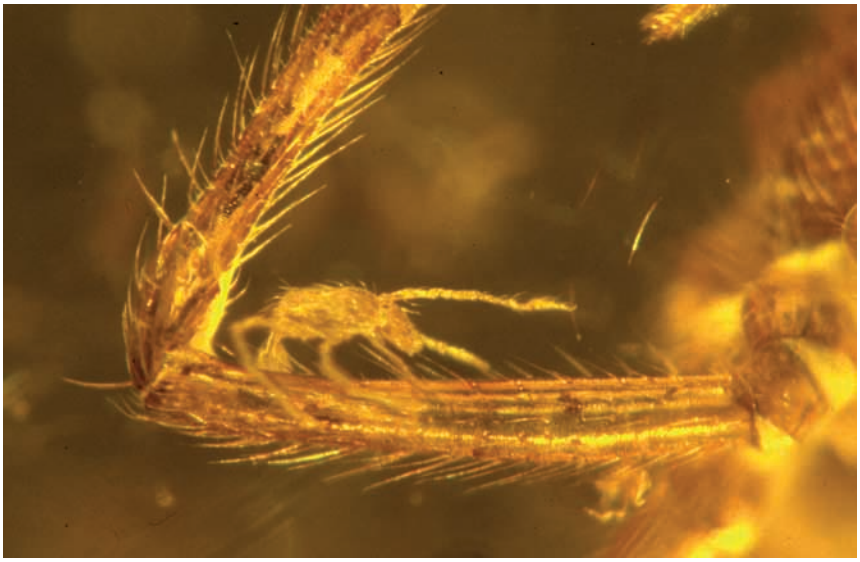

Fig. 33: Kommensalismus – Phoresie: Milbenlarve (Arachnidae, Arcari) marschiert auf Spinnenbein. Kommensalism – Phoresy: Mite larva (Arachnida, Acaria) walking on a spider's leg.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

schränkt ist. Dabei sind gemeinsam in einem Bernstein Vertreter unterschiedlicher Tiergruppen eingeschlossen, die Lebensgemeinschaften eingegangen sind, welche in der Zoologie allgemein als Symbiosen bezeichnet werden. Man unterscheidet drei Formen von Symbiosen: Kommensalismus, Parasitismus und Mutualismus.

Beispiele aus dem Baltischen Bernstein beweisen, dass alle drei bereits vor mehr als 50 Millionen Jahren existierten.

06a. Kommensalismus – Blinde Passagiere (Figs 30-33)

Als Kommensalismus werden Lebensgemeinschaften bezeichnet, bei denen ein Partner profitiert und der andere weder geschädigt wird noch Nutzen davon hat. In diese Form fällt die häufigste im Baltischen Bernstein überlieferte symbiotische Beziehung – die Phoresie.

Mit Phoresie wird ein Verhalten definiert, bei dem kleine Tiere von größeren Trägertieren zu neuen Lebensräumen befördert werden. Die Phoresie dient zur Ausbreitung und Fortpflanzung der Arten.

Dieses Verhalten ist auch bei heutigen Gliedertieren verbreitet und im Baltischen Bernstein bei Bodenmilben (Arachnida, Acari) und Moosskorpionen (Arachnida, Pseudoscorpiones) zu beobachten.

Unter den Milben sind es die Wandernymphen, die einen Saugnapf besitzen, mit dem sie auf der glatten Oberfläche ihrer Wirtstiere, vorwiegend Käfer, haften und von diesen fortgetragen werden. Dabei besteht bei den Milben (Acari) ein fließender Übergang von der Phoresie zum Ektoparasitismus, denn viele Milben leben auch parasitisch.

Pseudo- oder Moosskorpione (Pseudoscorpiones) legen weite Wege gern im Flug zurück und bedienen sich dabei ebenfalls der Phoresie. Sie klammern sich als blinde Passagiere unbemerkt an Fluginsekten, die sie in neue Biotope befördern. Zu den bevorzugten geflügelten Transportwirten im Bernsteinwald zählten Schnepfenfliegen (Brachycera, Rhagioniidae), Stelzmücken (Nematocera, Limoniidae), Pilzmücken (Nematocera, Mycetophilidae), Brackwespen (Hymenoptera, Braconidae), Köcherfliegen (Trichoptera), Käfer (Coleoptera) und Weberknechte (Arachnida, Opiliones).

06b. Parasitismus – schmarotzende Milben und Fadenwürmer (Figs 34-39)

Beim Parasitismus lebt ein Partner auf oder im Innern des anderen und ernährt sich von dessen Körpersubstanz, ohne ihn sofort zu töten. Bei der Mehrzahl der im Baltischen Bernstein nachgewiesenen Formen parasitischer Lebensweisen handelt es sich um schmarotzende Milben-Nymphen, die auf ihren Wirten lebten (Ektoparasitismus). Sie klebten sich im Larvenstadium außen an Kopf, Brust, Hinterleib oder an den Segmenthäuten ihrer Wirte fest. Dann durchstießen sie mit ihren stilettartigen Klauen die Körperdecke der Wirte und saugten über mehrere Tage Körperflüssigkeit auf, bis sie prall gefüllt waren. Anschließend ließen sie sich von ihren Wirtstieren fallen.

Ektoparasitismus bei Milben wird beispielhaft repräsentiert durch die Familie Erythraeidae (Acariformes, Trombidiformes, Prostigmata), die mit der Gattung *Leptus* im Baltischen Bernstein vertreten ist. Die fossilen Nymphen saßen hauptsächlich im Bereich des Pronotums, seltener am Abdomen oder am Kopf, wo sie mittels der Cheliceren die Cuticula ihrer Wirtstiere durchbohrten. Die häufigsten Wirte im Bernsteinwald waren Langbeinfliegen (Brachycera, Dolichopodidae), Schnepfenfliegen (Brachycera, Rhagionidae), Stelzmücken (Nematocera, Limoniinae) und Pilzmücken (Nematocera, Mycetophilidae). Aber auch Köcherfliegen (Trichoptera), Kleinschmetterlinge (Lepidoptera), Rindenläuse (Psocoptera), Blattflöhe (Sternhorrhyncha, Psylloidea), Zikaden (Auchenorrhyncha) und Springschwänze (Collembola) wurden von den Parasiten befallen.

Rezente *Leptus*-Arten haben ebenfalls ein weites Wirtsspektrum, das die Palette der Bodeninsekten und der Spinnentiere umfasst. Vertreter dieser Gattung bevorzugen eher sklerotisierte Bereiche der Wirte und meiden offensichtlich die Intersegmentalhäute. Die Nymphen heften sich mit einem Klebesegment an und durchstoßen die Cuticula ihrer Opfer mit ihren stilettartigen Cheliceren. Sie verbleiben an dem Wirt fünf bis acht Tage und saugen Hämolymphe, bis das Gewicht der Milbenlarve das 15- bis 25-fache erreicht hat.

Beispiele von Endoparasiten sind im Baltischen Bernstein deutlich seltener und beschränken sich auf einige wenige Fadenwürmer (Nematoda, Mermithida), die Wasserinsekten befielen. Insbesondere wurden im Wasser lebende Zuckmückenlarven Opfer dieser Parasiten. Die Larven der Fadenwürmer bohrten sich durch den Insektenkörper und ernährten sich dort im zweiten Larvenstadium endoparasitisch. Sie reiften dann weiter im Inneren der geschlüpften Mücke und gelangten später mit dieser in die klebrige Harzfalle.

06c. Mutualismus – uralte Symbiose (Fig. 40)

Der Mutualismus, der häufig auch allgemein als Symbiose aufgefasst wird, bezeichnet Lebensgemeinschaften, bei denen beide Partner voneinander profitieren. Beispiele dieser symbiotischen Form sind im Balti-

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 34: Parasitismus – Ektoparasitismus: Parasitische Milbenlarven *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) am Abdomen einer Langbeinfliege (Brachycera, Dolichopodidae). Parasitism – Ectoparasitism: Parasitic mite larvae *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) on the abdomen of a long-legged fly (Brachycera, Dolichopodidae).

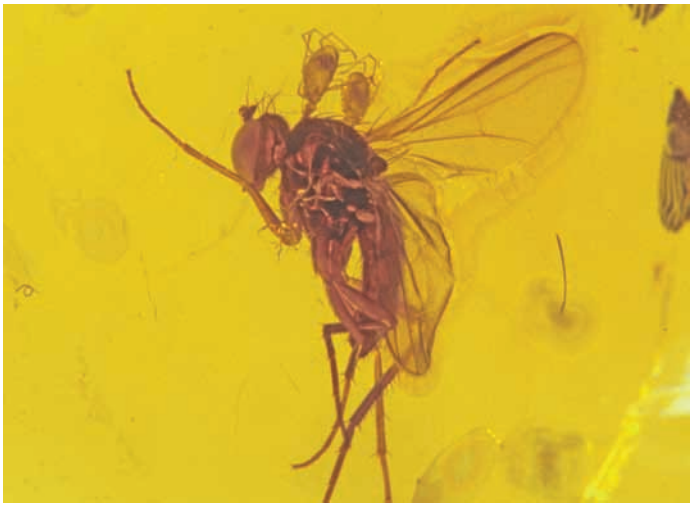

Fig. 35: Parasitismus – Ektoparasitismus: Parasitische Milbenlarven *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) am Pronotum einer Langbeinfliege (Diptera, Dolichopodidae). Parasitism – Ectoparasitism: Parasitic mite larvae *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) on the pronotum of a long-legged fly (Brachycera, Dolichopodidae).

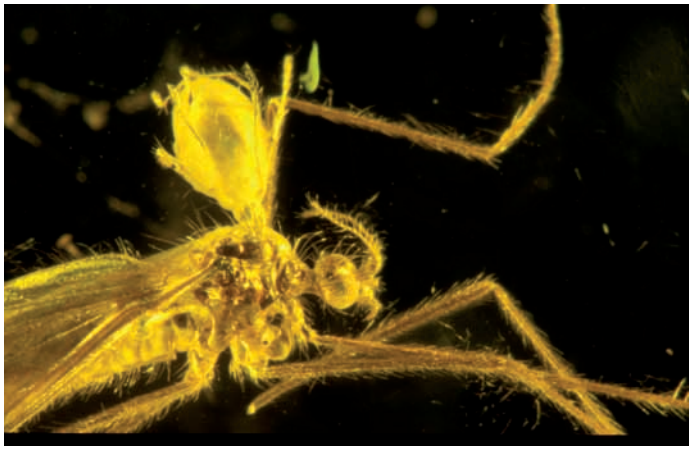

Fig. 36: Parasitismus – Ektoparasitismus: Parasitische Milbenlarve *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) am Pronotum einer Stelzmücke (Nematocera, Limoniinae). Parasitism – Ectoparasitism: Parasitic mite larva *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) on the pronotum of a crane fly (Nematocera, Limoniinae).

Fig. 37: Parasitismus – Ektoparasitismus: Parasitische Milbenlarve *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) am Pronotum einer Rindenlaus (Psocoptera, Psocidae). Parasitism – Ectoparasitism: Parasitic mite larva *Leptus* sp. (Arachnidae, Acari, Erythraeidae) attached to the pronotum of a psocid (Psocoptera, Psocidae).

Fig. 38: Parasitismus – Endoparasitismus: Parasitischer Fadenwurm (Nematoda, Mermithidae) im Abdomen eines Zuckmücken-weibchens (Nematocera, Chironomidae). Parasitism – Endoparasitism: Parasitic round worm (Nematoda, Mermithidae) in the abdomen of a female midge (Nematocera, Chironomidae).

Fig. 39: Parasitismus – Endoparasitismus: Parasitischer Fadenwurm (Nematoda, Mermithidae) an Zuckmückenweibchen (Nematocera, Chironomidae). Parasitism – Endoparasitism: Parasitic round worm (Nematoda, Mermithidae) next to a female midge (Nematocera, Chironomidae).

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

schen Bernstein ausgesprochen selten und ihr exakter Nachweis ist schwierig. Ein bisher einziger Fall beschreibt die symbiotische Zuneigung einer Ameise (Hymenoptera, Formicidae), die eine Blattlaus (Homoptera, Aphidoidea) betrillert (WICHARD & WEITSCHAT 2004).

Diese Symbiose kennen wir auch heutzutage. Blattläuse ernähren sich von nährstoffreichen Pflanzensäften, indem sie mit ihren stechend-saugenden Mundwerkzeugen die Siebröhren der Wirtspflanzen anzapfen. Meist saugen sie viel mehr dieses nährstoffreichen Pflanzensaftes auf, als sie brauchen. Wann immer Blattläuse in größerer Zahl auf ihren Wirtspflanzen vorkommen, sind auch Ameisen zu Stelle. Die Arbeiterinnen betrillern die Blattläuse mit ihren Antennen oder Vorderbeinen und stimulieren sie, bis die Blattläuse Tropfen von Honigtau aus dem After absondern, die von den Ameisen gierig aufgeleckt werden. Der Vorgang wird auch als melken bezeichnet. Die Ameisen ziehen von einer Blattlaus zur nächsten bis ihr Hinterleib prall gefüllt ist. Dann kehren sie zu ihren Nestern zurück und teilen den Honigtau mit den anderen Nestbewohnern. Als Gegenleistung halten die Ameisen schützend alle anderen Insekten von den Blattläusen fern.

Bei dieser Form der Symbiose, der sogenannten Trophobiose, die bereits vor mehr als 50 Millionen Jahren bestand, ist einer der Partner für die Nahrung und der andere Partner für den Schutz des jeweilig anderen zuständig.

Fig. 40: Mutualismus – Symbiose: Ameise, Arbeiter (Hymenoptera, Formicidae) betrillert Blattlauslarve (Sternorrhyncha, Aphidoidea). Mutualism – Symbiosis: Ant, worker (Hymenoptera, Formicidae) „milking" an aphid larva (Sternorrhyncha, Aphidoidea).

07. Mimese – Geschickte Verkleidungskünstler (Figs 41-46)

Eine weitere interessante Verhaltensweise, die auch heute noch bei vielen Insektenarten beobachtet wird ist die Mimese (griech.: mimesis – Nachahmung). Darunter versteht man eine aktive Tarnung (Maskierung) einzelner Individuen, die in Gestalt, Farbe und Haltung einen Lebensraum nachahmen, womit Fressfeinde überlistet werden sollen. Die Mimese erhöht ihre Überlebenschancen erheblich; entweder werden sie durch ihre Verkleidung für ihre Feinde „unsichtbar" oder uninteressant.

Auch derartige Verhaltensweisen sind uns fossil aus dem Baltischen Bernsteinwald überliefert worden. Sie betreffen hauptsächlich Gehäuse (Köcher) von Kleinschmetterlingen (Mikrolepidoptera), die als Wohnröhre zum Schutz vor Fressfeinden dienten. Die Köcher wurden von den Larven angefertigt indem sie verschiedene Materialien des Waldbodens mittels Spinnsekreten verklebten und nach artspezifischen Mustern zusammenbauten, wobei jeder Köcher ein Unikat darstellt.

Dabei verwendeten sie neben Koniferennadeln, Blattresten, Kotpillen, Insektenresten und Quarzsand auch Eichen-Sternhaare und kleine Bernsteinstückchen. Diese dokumentieren, dass bereits zu Lebzeiten der Schmetterlingslarven am Waldboden erhärtetes, splittriges Harz existiert haben muss.

Sehr viel seltener als die Köcher sind Funde von Larven räuberisch lebender Florfliegen (Neuroptera, Chrysopidae), die sich an der Körperoberseite mit verschiedenen Pflanzenresten beklebten. Diese Verkleidung schützte sie nicht nur vor Räubern, sondern erleichterte auch die Jagd nach Kleininsekten. Von einigen wenigen Käferlarven (Coleoptera, Cleridae) und Rindenlaus-Nymphen (Psocoptera) kennen wir ebenfalls derartige Verhaltensweisen.

08. Jäger und Gejagte (Figs 47-50)

Nur sehr wenige Inklusen im Baltischen Bernstein belegen eindeutige Fälle von Jagd- oder Fraßszenen. Dabei ist in jedem einzelnen Fall eine Interpretation ausgesprochen schwierig. Wir kennen Moosskorpione, deren Scheren Kleininsekten (Milben oder Springschwänze) umklammern, oder auch Gottesanbeterinnen, in deren bedornten Vorderbeinen eine zerrupfte geflügelte Zikade im Harz eingeschlossen ist.

Größere im Bernstein eingeschlossene Insekten wie Termiten (Isoptera), Köcherfliegen (Trichoptera), Käfer (Coleoptera) oder auch Spinnen (Araneae) weisen, nicht einmal selten, große, mit Harz verfüllte Fraßlöcher im Brustbereich auf. Erst vor wenigen Jahren wurde das Geheimnis der Täterschaft durch eine Anzahl sehr seltener, jedoch eindeutiger Beweise gelüftet. Bei

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Fig. 41: Mimese: Köcher von Kleinschmetterling (Mikrolepidoptera), z.T. mit Bernsteinsplittern. Mimesis: Caddis of a moth (Microlepidoptera), partly made of amber fragments.

Fig. 42: Mimese: Köcher von Kleinschmetterling (Mikrolepidoptera) aus Blättern. Mimesis: Caddis of a moth (Microlepidoptera), made of leaves.

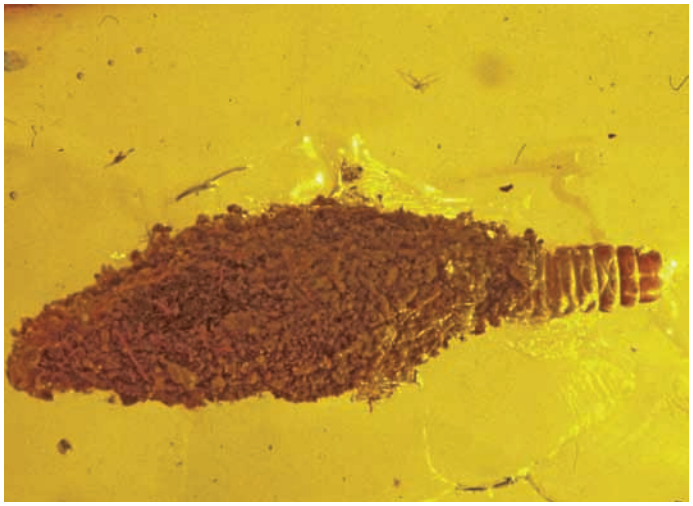

Fig. 43: Mimese: Köcher von Kleinschmetterling (Mikrolepidoptera) aus Koprolithen. Mimesis: Caddis of a moth (Microlepidoptera), made of coprolites.

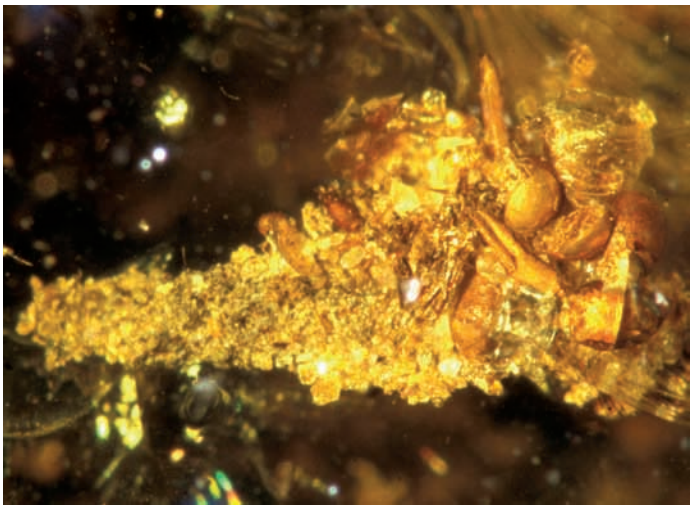

Fig. 44: Mimese: Köcher von Kleinschmetterling (Mikrolepidoptera), z.T. aus Insektenresten. Mimesis: Caddis of a moth (Microlepidoptera), partly made of insect residues.

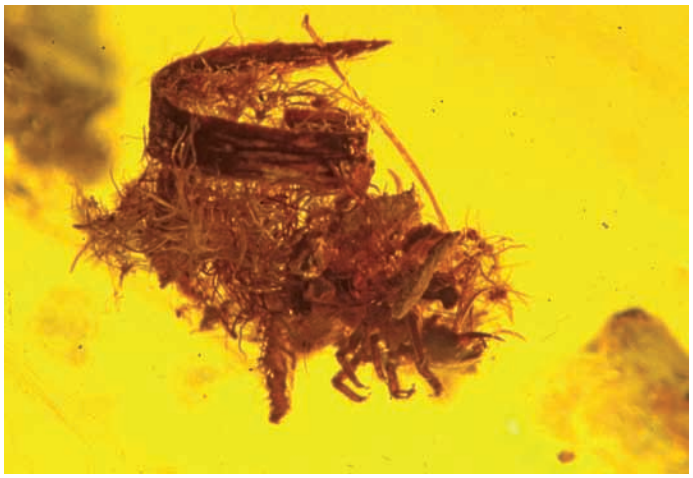

Fig. 45: Mimese: Florfliegen-Larve (Neuroptera, Chrysopidae), getarnt vorwiegend mit Sternhaaren. Mimesis: Green lacewing larva (Neuroptera, Chrysopidae), camouflaged mainly with stellate hairs.

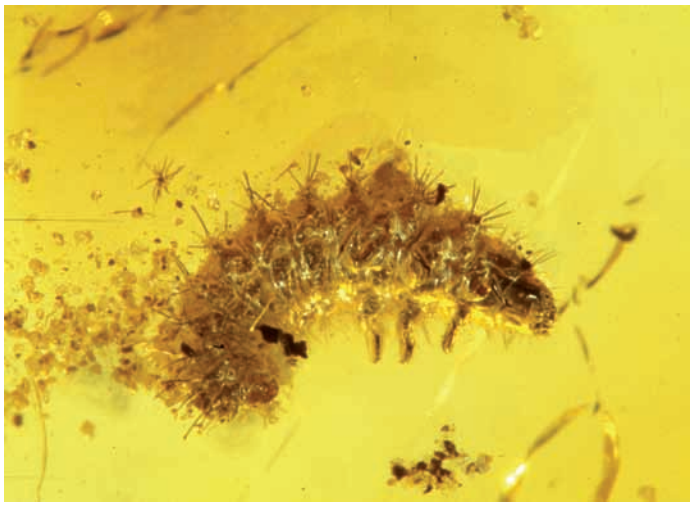

Fig. 46: Mimese: Buntkäfer-Larve (Coleoptera, Cleridae), getarnt. Mimesis: Checkered beetle larva (Coleoptera, Cleridae), camouflaged.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

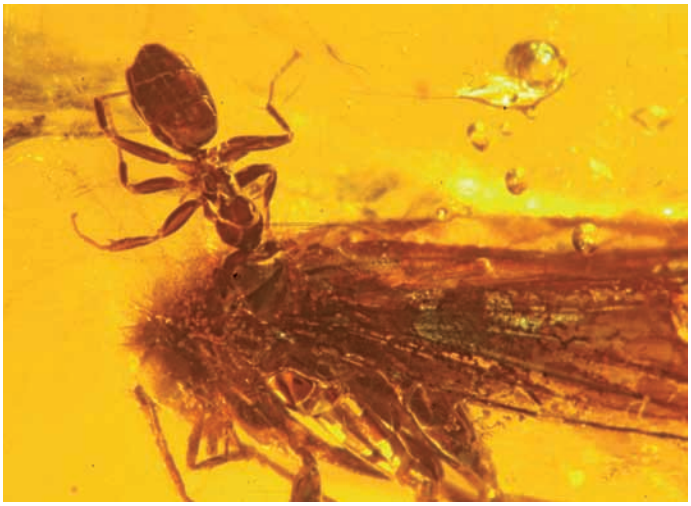

Fig. 47: Jäger und Gejagte: Ameise, Arbeiterin (Hymenoptera, Formicidae) frisst im Pronotum einer Köcherfliege (Trichoptera). Predators and prey: Ant, worker (Hymenoptera, Formicidae), feeding in the pronotum of a caddisfly (Trichoptera).

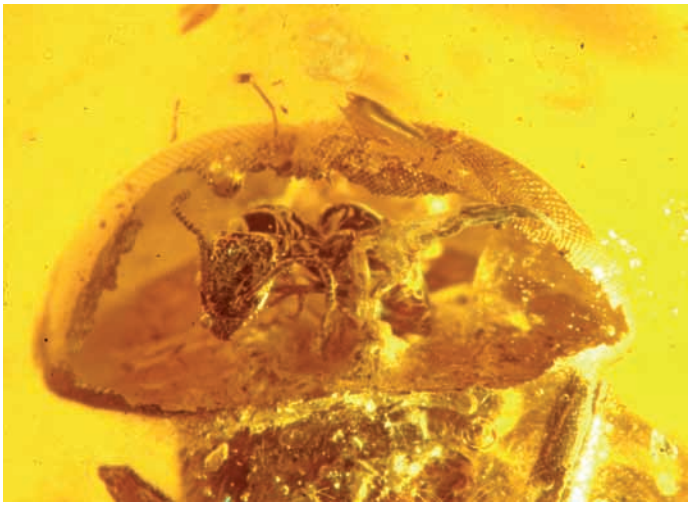

Fig. 48: Jäger und Gejagte: Ameise, Arbeiterin (Hymenoptera, Formicidae) frisst im Auge einer Bremse (Brachycera, Tabanidae). Predators and prey: Ant, worker (Hymenoptera, Formicidae), feeding in the eye of a horse fly (Brachycera, Tabanidae).

Fig. 49: Jäger und Gejagte: Moosskorpion (Arachnida, Pseudoscorpiones) mit Springschwanz (Collembola, Arthropleones) in den Scheren. Predators and prey: Pseudoscorpion (Arachnida, Pseudoscorpiones), with a springtail (Collembola, Arthropleones) between its claws.

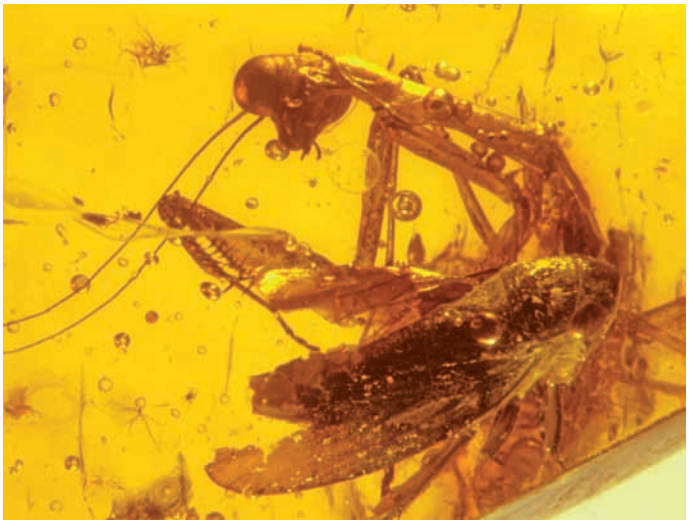

Fig. 50: Jäger und Gejagte: Gottesanbeterin (Mantodea) beim Fraß einer geflügelten Zikade (Auchenorrhyncha, Cercopidae). Predators and prey: Praying mantid (Mantodea) feasting on a winged spittlebug (Auchenorrhyncha, Cercopidae).

den wenigen bisher bekannten Inklusen steckte jeweils eine räuberische Ameise kopfüber in den Fraßlöchern ihrer Opfer. Wenn bei größeren, nicht vollständig im Harz eingeschlossenen Tieren der nächste Harzfluss auf sich warten ließ, war die Harzoberfläche offensichtlich bereits betretbar, so dass räuberische, an der Rinde lebende Ameisen diese als Jagdgrund nutzen konnten. Glücklicherweise hat uns ein nächster, unerwarteter Harzfluss Täter und Opfer gemeinsam überliefert.

Zusammenfassung

Außergewöhnliche Schnappschüsse aus dem Baltischen Bernstein, welche durch das klebrige Harz für Jahrmillionen festgehalten wurden, zeigen Insekten und Spinnen beim Fressen und gefressen werden, während der Häutung, der Paarung, der Eiablage, beim Schlüpfen oder der Brutfürsorge. In seltenen Fällen, bei sogenannten Syninklusen, wo in einem Stein verschiedene Taxa zusammen vorkommen, können zudem eindeutig symbiotische Beziehungen, wie Phoresie, Parasitismus, Mimese und Mutualismus bei diesen eozänen Organismen nachgewiesen werden.

© Biologiezentrum Linz/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Danksagung

Besonderer Dank gebührt meinem Freund Jonas DAMZEN aus Vilnius (Litauen), der im Laufe des letzten Jahrzehnts die überwiegende Anzahl der abgebildeten Inklusen entdeckt und für eine wissenschaftliche Bearbeitung zur Verfügung gestellt hat. Herrn Prof. Dr. Wilfried WICHARD danke ich für die langjährige, kollegiale Zusammenarbeit. Gemeinsam mit Herr Ulf ERICHSON (Direktor des Deutschen Bernsteinmuseums, Ribnitz-Damgarten) wurde im letzten Jahr eine Sonderausstellung zu diesem Thema erstellt, bei der einige der hier abgebildeten Exponate gezeigt wurden.

Literaturverzeichnis

WEITSCHAT W. & W. WICHARD (1998): Atlas der Pflanzen und Tiere im Baltischen Bernstein. — Pfeil Verlag, München.

WICHARD W. & W. WEITSCHAT (2004): Im Bernsteinwald. — Gerstenberg Verlag. Hildesheim.

WUNDERLICH J. (2004): Fossil Spiders in Amber and Copal – Fossile Spinnen in Bernstein und Kopal. — Beitr. Araneol. **3A+B**: 1-1908.

Anschrift des Verfassers:

Wolfgang WEITSCHAT
Geologisch-Paläontologisches Institut und Museum
Universität Hamburg
Bundesstraße 55
D-20146 Hamburg, Deutschland
E-Mail: wolfgang.weitschat@uni-hamburg.de